

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
4 août 2005 (04.08.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2005/071829 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **H03G 3/30**,  
3/20, H03F 1/30, 3/19, 1/52, 3/189

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **FRON, Gré-  
gory** [FR/FR]; 5 bis, rue Jean Jaurès, F-77170 Coubert  
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2004/002962

(22) Date de dépôt international :  
19 novembre 2004 (19.11.2004)

(74) Mandataire : **WINDAL-VERCASSON, Gaëlle**; Cabinet  
Patrice Vidon, 16B, rue de Jouanet, BP 90333, Technopole  
Atalante, F-35703 Rennes Cedex 7 (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0315340 23 décembre 2003 (23.12.2003) FR

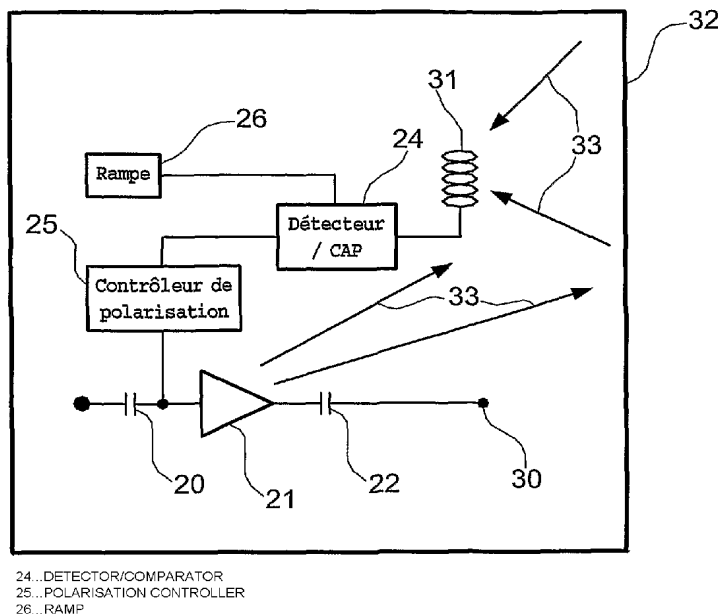
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **WAVE-  
COM** [FR/FR]; Immeuble Bord de Seine I, 3, esplanade du  
Foncet, F-92442 Issy-les-Moulineaux Cedex (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: RADIO FREQUENCY (RF) AND/OR MICROWAVE POWER AMPLIFICATION DEVICE AND CORRESPONDING  
RADIO COMMUNICATION TERMINAL

(54) Titre : DISPOSITIF D'AMPLIFICATION DE PUISSANCE RADIOFREQUENCE (RF) ET/OU HYPERFREQUENCE, ET  
TERMINAL DE RADIOCOMMUNICATION CORRESPONDANT



24...DETECTOR/COMPARATOR  
25...POLARISATION CONTROLLER  
26...RAMP

(57) Abstract: The invention relates to a radio frequency (RF) and/or microwave power amplification device which is intended, for example, for a radio communication terminal, comprising means for shielding the device and means for controlling the power delivered as output from said device, said power-control means comprising a power servo loop having power-amplification means, reference means, detection means and comparison means. According to the invention, the aforementioned control means also comprise at least one sensor to detect the energy radiated inside the device.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/071829 A1



PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE,

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) **Abrége :** L'invention concerne un dispositif d'amplification de puissance radiofréquence (RF) et/ou hyperfréquence, notamment pour terminal de radiocommunication, comprenant des moyens de blindage dudit dispositif et des moyens de contrôle d'une puissance délivrée en sortie dudit dispositif, comprenant une boucle d'asservissement en puissance présentant des moyens de référence, des moyens de détection, des moyens de comparaison et des moyens d'amplification de puissance. Selon l'invention, lesdits moyens de contrôle comprennent également au moins un capteur d'une énergie rayonnée au sein dudit dispositif.

**Dispositif d'amplification de puissance radiofréquence (RF) et/ou hyperfréquence, et terminal de radiocommunication correspondant.**

**1. Domaine de l'invention**

Le domaine de l'invention est celui de l'amplification de puissance. Plus  
5 précisément, l'invention concerne un dispositif d'amplification de puissance radiofréquence ou hyperfréquence, destiné notamment aux terminaux de radiocommunications de type radiotéléphones, PDAs (en anglais "Personal Digital Assistant", pour "assistant numérique personnel"), ordinateurs portables, etc.

Dans les radiotéléphones, de tels amplificateurs de puissance sont destinés  
10 à générer et fournir à l'antenne une puissance de fonctionnement suffisante pour que le terminal puisse communiquer avec la station de base la plus proche. Selon la norme GSM (pour "Groupe Spécial Mobiles") par exemple, l'amplificateur de puissance génère la puissance nécessaire à l'antenne par pas de 2 dB.

La figure 1 illustre le fonctionnement général d'un tel amplificateur de  
15 puissance 11 au sein du schéma global d'un radiotéléphone. Comme représenté sur la figure 1, l'amplificateur de puissance 11 génère la puissance nécessaire à l'antenne 10, via un "switch" (ou commutateur) d'antenne 110 qui permet de sélectionner la bande de fréquence et le mode de fonctionnement (émission ou réception). Sans décrire plus en détail cette figure, on notera cependant que  
20 l'amplificateur de puissance 11 interagit avec un bloc référencé 12 réalisant des opérations de filtrage et d'adaptation ("matching") et un bloc référencé 14 réalisant les fonctions d'émission/réception. La partie bande de base référencée 13 n'a pas été détaillée sur la figure 13. L'ensemble des blocs 12 à 14 de la figure 1 ne font pas partie intégrante de la présente invention, et ne sont donc pas décrits ici plus  
25 en détail. On pourra se référer, pour plus d'informations, aux schémas classiques de terminaux de radiocommunications, tels que préconisés par exemple par les normes GSM ou UMTS ("Universal Mobile Telecommunication System" pour "Système de télécommunications mobile universel").

**2. Solutions de l'art antérieur**

30 Comme illustré sur la figure 1, un tel dispositif d'amplification de

puissance 11 comprend un module 111 de contrôle de l'amplificateur 112 de puissance.

Un tel module de contrôle 111 a pour rôle de contrôler la puissance délivrée en sortie du dispositif d'amplification de puissance 11, en fonction  
5 notamment de la température de fonctionnement, de la tension d'alimentation de la batterie du radiotéléphone, de l'impédance de la charge, etc.

On connaît à ce jour plusieurs techniques de réalisation d'un tel module de contrôle 111, illustrées par les figures 2A à 2C.

La première de ces techniques, illustrée par la figure 2A, consiste à réaliser  
10 un asservissement en boucle fermée ("closed loop") de la puissance délivrée.

Le dispositif d'amplification de puissance de la figure 2A comprend un amplificateur 21, qui, dans un mode de réalisation particulier de l'invention, peut être précédé et suivi de condensateurs de liaison optionnels 20, 22. La boucle d'asservissement de la puissance délivrée en sortie 30, à destination de l'antenne  
15 du terminal de radiocommunications, comprend :

- un coupleur 23 ;
- un module 24 de détection de la puissance RF incluant également un comparateur, encore appelé "détecteur/comparateur" ;
- un contrôleur de polarisation 25.

20 La rampe 26 fournit au détecteur/comparateur 24 une tension de référence, en provenance de la bande de base 13. Le coupleur 23 prélève une partie de la puissance (RF ou hyperfréquence) fournie par l'amplificateur 21, et la transmet au détecteur/comparateur 24, qui génère une tension à partir de cette puissance mesurée. Ce dernier compare ensuite la tension qu'il a générée à la tension de  
25 référence fournie par la bande de base 26. Si la puissance délivrée diffère de la puissance de référence (associée à la tension de référence fournie par la bande de base 26), le contrôleur de polarisation 25 modifie alors la tension fournie à l'amplificateur 21, de façon à ajuster la puissance délivrée en sortie 30.

On connaît également deux techniques de contrôle de la puissance délivrée  
30 en sortie d'un tel amplificateur de puissance, dites "en boucle ouverte", qui sont

illustrées par les figures 2B et 2C.

Le montage de la figure 2B propose de contrôler l'amplificateur de puissance 21 en courant. A nouveau, dans la variante particulière de la figure 2B, un tel amplificateur 21 est précédé et suivi de deux condensateurs de liaison optionnels 20, 22. Le montage de la figure 2B comprend, comme précédemment, une rampe 26 fournissant une référence en provenance de la bande de base 13, un comparateur 27 et un contrôleur de polarisation 25. Les tensions Vbat et Vcc correspondent respectivement à la tension délivrée par la batterie du terminal de radiocommunication et à la tension d'alimentation de l'amplificateur de puissance 21.

Connaissant la valeur de la résistance 28, on en déduit l'intensité du courant I qui la traverse. Après comparaison 24 de cette intensité avec l'intensité de référence 26, le contrôleur de polarisation 25 corrige la consigne de l'amplificateur de puissance 21, pour ajuster la puissance délivrée en sortie 30.

Le montage de la figure 2C illustre la dernière technique connue, consistant à asservir la tension d'alimentation de l'amplificateur 21 en boucle ouverte. A nouveau, dans le mode de réalisation particulier de la figure 2C, un premier condensateur de liaison optionnel 20 précède l'amplificateur 21, et un second condensateur de liaison optionnel 22 le suit. On utilise un transistor 29 de type MOSFET pour asservir la tension Vcc d'alimentation de l'amplificateur 21. Cet asservissement est réalisé au moyen d'un comparateur 27, dont la consigne est donnée par une rampe 26 reliée à la bande de base 13. La tension Vcc est pilotée de façon que la puissance RF ou hyperfréquence délivrée en sortie 30 de l'amplificateur soit égale à la puissance de référence associée à la tension de référence donnée par la rampe 26.

### **3. Inconvénients de l'art antérieur**

Ces différentes techniques de l'art antérieur présentent de nombreux inconvénients.

La technique de contrôle en boucle fermée de la figure 2A, bien que permettant un excellent contrôle de la puissance de sortie, tout en présentant une

consommation en courant satisfaisante, a pour inconvénient d'induire des pertes RF, de l'ordre de 0,2 à 0,3 dB. Un tel système présente cependant un très bon comportement lorsque la charge varie, i.e. lorsque l'antenne est de qualité médiocre.

5           Le contrôle en boucle fermée de la figure 2A est donc la technique la plus performante des trois techniques de l'art antérieur ci-dessus, mais elle est également la technique la plus coûteuse. En outre, les technologies utilisées pour la conception de coupleurs sont différentes de celles utilisées pour la conception des puces d'amplificateur 21 ou de contrôleur 25 (classiquement de type AsGa ou  
10   CMOS), ce qui induit une forte difficulté d'intégration.

          Le contrôle en tension en boucle ouverte de la figure 2C présente des performances médiocres, tant en termes de contrôle de puissance que de consommation de courant, lorsque la puissance délivrée est faible. Bien que l'intégration d'un tel dispositif soit plus facile que dans le cas de la figure 2A, cette  
15   technique présente également pour inconvénient une chute de tension à travers le transistor MOSFET, due à l'existence d'une résistance parasite, ce qui induit une baisse de rendement.

          Enfin, la technique de contrôle en courant en boucle ouverte de la figure 2B présente des performances améliorées par rapport à la technique de la figure  
20   2C en termes d'intégrabilité, de consommation de courant et de perte de puissance. Elle ne permet cependant pas un contrôle de puissance aussi performant que celui de la technique en boucle fermée de la figure 2A.

#### **4. Objectifs de l'invention**

          L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art  
25   antérieur.

          Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une technique de contrôle de la puissance délivrée en sortie d'un amplificateur de puissance, notamment pour terminaux de radiocommunication, qui présente des performances au moins similaires à celles de la technique en boucle fermée de  
30   l'art antérieur, notamment en cas de mauvaise adaptation de la charge.

Un autre objectif de l'invention est de proposer une telle technique qui soit plus simple et moins coûteuse à mettre en œuvre que les techniques de l'art antérieur.

5 L'invention a encore pour objectif de fournir une telle technique qui permette une intégration facile, grâce notamment à une compatibilité des technologies de conception des différents composants employés.

L'invention a aussi pour objectif de proposer une telle technique qui permette la conception d'un dispositif d'amplification de puissance plus compact que selon l'art antérieur.

10 Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle technique qui présente des pertes RF réduites sur le chemin de transmission.

L'invention a encore comme objectif secondaire de proposer une telle technique qui soit insensible à d'éventuelles perturbations induites par l'antenne à laquelle est fournie la puissance générée.

15 Un autre objectif secondaire de l'invention est de fournir une telle technique qui permette de s'affranchir de la présence d'atténuateurs dans le dispositif de contrôle de la puissance délivrée en sortie.

### **5. Caractéristiques essentielles de l'invention**

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints à l'aide d'un dispositif d'amplification de puissance radiofréquence (RF) et/ou hyperfréquence, notamment pour terminal de radiocommunication, comprenant des moyens de blindage dudit dispositif et des moyens de contrôle d'une puissance délivrée en sortie dudit dispositif, comprenant une boucle d'asservissement en puissance présentant des moyens de référence, des moyens de détection, des  
25 moyens de comparaison et des moyens d'amplification de puissance.

Selon l'invention, lesdits moyens de contrôle comprennent également au moins un capteur d'une énergie rayonnée au sein dudit dispositif.

Ainsi, l'invention repose sur une approche tout à fait nouvelle et inventive de l'asservissement en puissance d'un dispositif d'amplification radio- ou  
30 hyperfréquence, destiné notamment à alimenter une antenne de terminal de

radiocommunication de type radiotéléphone, PDA, etc. En effet, l'invention propose de réaliser un tel asservissement en boucle fermée (comme pour la solution de l'art antérieur décrite précédemment en relation avec la figure 2A), de façon à obtenir des performances de fonctionnement satisfaisantes, tout en évitant d'utiliser des coupleurs coûteux et difficiles d'intégration.

En lieu et place de ce ou ces coupleur(s), l'invention propose d'utiliser un ou plusieurs capteur(s), agissant comme une antenne, permettant de capter l'énergie rayonnée au sein du dispositif. L'invention diffère donc fortement des techniques de l'art antérieur, qui reposaient toutes sur la mesure ou l'évaluation d'une énergie ou puissance conduite, éventuellement après atténuation, et non sur l'évaluation d'une puissance rayonnée.

Tout en proposant de bonnes performances de fonctionnement, notamment en termes de contrôle de la puissance délivrée en sortie du dispositif, le dispositif de l'invention présente donc également des avantages en termes de coût et d'intégration, par rapport aux techniques antérieures.

Avantageusement, lesdits moyens de blindage réalisent un couplage entre lesdits moyens d'amplification de puissance et ledit capteur.

Un tel phénomène de blindage est astucieusement exploité selon l'invention, alors qu'il était jusqu'à présent, selon toutes les techniques de l'art antérieur, considéré comme un effet néfaste, qu'il fallait à tout prix éviter. L'invention propose donc une approche tout à fait innovante qui va à l'encontre des préjugés de l'Homme du Métier.

Préférentiellement, ledit capteur appartient au groupe comprenant :

- les inductances ;
- les lignes de routage d'un circuit imprimé dudit dispositif ;
- les MEMS (en anglais "Micro-Electro-Mechanical Systems", en français "Systèmes micro-électro-mécaniques") ;
- les éléments rayonnants imprimés sur un circuit imprimé dudit dispositif ;
- les circuits accordés de type LC ou RLC.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, lesdits moyens



d'amplification de puissance et ledit capteur sont placés à proximité les uns des autres, de façon à optimiser ledit couplage.

Ainsi, alors qu'on essayait jusqu'à présent d'éloigner au maximum le coupleur et l'amplificateur de puissance, pour éviter tout phénomène néfaste de couplage, l'invention propose au contraire de rapprocher autant que possible  
5 l'amplificateur et le capteur, pour accroître ce phénomène, et donc optimiser le fonctionnement du dispositif. On peut ainsi concevoir des dispositifs beaucoup plus compacts et beaucoup moins encombrants que selon l'art antérieur.

De manière préférentielle, lesdits moyens de blindage induisent une  
10 atténuation d'au moins 10 dB d'une énergie extérieure audit dispositif captée par ledit capteur par rapport à ladite énergie rayonnée au sein dudit dispositif captée par ledit capteur.

Si cette atténuation est plus élevée, typiquement au moins égale à 20 dB, le fonctionnement du dispositif est encore optimisé. On évite ainsi que l'antenne du  
15 radiotéléphone n'induisse des perturbations sur le fonctionnement du dispositif d'amplification de puissance.

De manière avantageuse, lorsque ledit capteur est un circuit accordé de type LC ou RLC, les valeurs des composants dudit circuit accordé sont choisies de façon à maximiser ladite puissance délivrée en sortie à au moins une fréquence de  
20 fonctionnement prédéterminée dudit dispositif.

Par exemple, dans le cas d'un amplificateur de puissance GSM, on choisit la valeur des composants de façon à obtenir en sortie deux bosses de gain à 900 MHz et 1800 MHz.

Avantageusement, lesdits moyens de contrôle permettent de contrôler  
25 ladite puissance délivrée en sortie en fonction d'au moins un paramètre appartenant au groupe comprenant :

- une température de fonctionnement dudit dispositif ;
- une tension d'alimentation dudit dispositif ;
- une impédance de charge dudit dispositif.

30 Selon une variante de réalisation avantageuse de l'invention, ledit capteur

est intégré dans lesdits moyens de détection.

On accroît ainsi l'intégration et la compacité du dispositif. Le capteur peut par exemple être inscrit sur le dessus de la puce du détecteur/comparateur.

De manière avantageuse, lesdits moyens de blindage comprennent un  
5 capot de blindage métallique présentant une surface sensiblement parallèle à un circuit imprimé formant la base dudit dispositif et quatre pans sensiblement perpendiculaires à ladite surface venant en appui sur chacun des bords dudit circuit imprimé.

Les moyens de blindage peuvent également prendre la forme de tout  
10 élément métallique recouvrant le circuit imprimé, relié à sa masse, et réalisant une fonction de blindage.

L'invention concerne aussi un terminal de radiocommunication, comprenant un dispositif d'amplification de puissance tel que décrit précédemment.

## 15           **6. Liste des figures**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- 20       - la figure 1 présente un synoptique de la partie radiofréquence d'un terminal de radiocommunication, comprenant un dispositif d'amplification de puissance destiné à alimenter l'antenne du terminal ;
- les figures 2A à 2C décrivent trois techniques de l'art antérieur pour le contrôle de la puissance délivrée en sortie d'un dispositif d'amplification de  
25       puissance ;
- la figure 3 décrit un dispositif d'amplification de puissance selon l'invention, dans lequel le contrôle de la puissance délivrée en sortie comprend une boucle fermée mettant en œuvre un capteur de l'énergie rayonnée au sein du dispositif ;
- 30       - les figures 4A et 4B présentent deux modes de réalisation du capteur de la

figure 3 ;

- la figure 5 illustre un mode de réalisation détaillé du dispositif d'amplification de puissance de l'invention ;
- la figure 6 présente une abaque de Smith représentative des performances, en fonction de l'impédance de charge, du dispositif de l'invention ;
- les figures 7A à 7D présentent des courbes comparatives de l'influence de l'adaptation de la charge ("load mismatch") pour la solution de l'invention et pour deux solutions de l'art antérieur.

#### 7. Description d'un mode de réalisation de l'invention

Le principe général de l'invention repose sur l'utilisation d'un élément rayonnant permettant de capter l'énergie rayonnée (et non conduite) au sein d'un dispositif d'amplification de puissance, de façon à réaliser un asservissement en boucle fermée de la puissance RF ou hyperfréquence délivrée en sortie de ce dispositif.

On présente, en relation avec la figure 3, un schéma synoptique d'un tel dispositif d'amplification de puissance selon l'invention. Comme on le notera, sur toutes les figures du présent document, les éléments identiques sont désignés par une même référence numérique.

Dans l'exemple particulier de la figure 3, l'amplificateur de puissance 21 est précédé en amont, et suivi en aval, d'un condensateur de liaison 20, 22. De tels condensateurs de liaison sont facultatifs. Dans l'exemple de la figure 3, le condensateur aval 22 sépare la sortie de l'amplificateur de puissance 21 de la sortie 30 du dispositif d'amplification de la figure 3. Une telle sortie 30 est par exemple reliée à l'antenne externe d'un terminal de radiocommunication.

Le contrôle de la puissance délivrée sur la sortie 30 du dispositif, en fonction notamment de la température, de la tension délivrée par la batterie du terminal, de l'impédance de charge, est réalisé au moyen d'une boucle d'asservissement fermée comprenant :

- un capteur 31 de l'énergie rayonnée au sein du dispositif, symbolisée par les flèches 33 ;

- des moyens de référence, sous la forme d'une rampe 26, générée par la partie en bande de base du terminal de radiocommunication, et délivrant une tension de référence servant de consigne à la puissance délivrée en sortie 30 du dispositif ;
- 5 - des moyens de détection et de comparaison 24, encore appelés "détecteur/comparateur" (Détecteur/CAP), qui récupèrent la valeur de la puissance rayonnée captée par l'élément rayonnant 31 et la comparent à la tension de référence fournie par la rampe 26 ;
- des moyens de contrôle 25 de la polarisation de l'amplificateur de puissance 21, permettant, en fonction du résultat de la comparaison 24, de réguler cette polarisation, de façon que la puissance détectée par le  
10 détecteur/comparateur 24 et convertie en tension soit aussi proche que possible de la tension de référence indiquée par la rampe 26.

En d'autres termes, on place donc, à l'entrée du détecteur RF ou  
15 hyperfréquence 24, un capteur 31 qui capte le champ électromagnétique qui rayonne dans la structure physique du module de la figure 3. On obtient donc, comme dans le cas de coupleurs (figure 2A), une image de la puissance émise à l'antenne du radiotéléphone, ce qui permet de réaliser le contrôle 25 de la polarisation de l'amplificateur de puissance 21.

20 L'absence de coupleurs discrets dans le dispositif d'amplification de puissance de la figure 3 permet de réduire fortement son coût de revient.

Le dispositif de la figure 3 comprend également un blindage 32, qui peut prendre la forme d'une gamelle métallique recouvrant le circuit imprimé sur lequel sont implantés les différents composants, ou encore d'une grille métallique. Plus  
25 généralement, un tel blindage 32 peut prendre la forme de tout élément métallisé et relié à la masse du circuit, réalisant une fonction de blindage et recouvrant le circuit imprimé.

Selon l'art antérieur, un tel blindage 32 était essentiellement destiné à éviter que l'énergie rayonnée par le dispositif d'amplification de puissance ne sorte  
30 du dispositif (sous forme d'harmoniques véhiculés par l'air ambiant), et ne vienne

perturber les autres blocs fonctionnels du terminal de radiocommunication, ou d'autres équipements avoisinants.

Selon l'invention, un tel blindage 32 participe également au couplage, en réfléchissant vers le capteur 31 l'énergie rayonnée 33 véhiculée par le milieu  
5 ambiant (l'air). Le capteur 31 récupère ainsi l'énergie réfléchie par le blindage 32, mais également l'énergie qui provient directement de la puce de l'amplificateur de puissance 21, ou de fuites par les lignes du circuit imprimé (ou PCB pour "Printed Circuit Board") du dispositif global.

La proportion de la puissance captée par le capteur 31 qui correspond à la  
10 puissance effectivement délivrée par l'amplificateur 21 dépend de la nature du capteur, de sa taille et de ses caractéristiques techniques.

On peut évaluer que le blindage 32 joue environ pour moitié (soit 3 dB) dans la puissance totale récupérée par le capteur 31.

Un tel blindage 32 doit être suffisamment efficace pour "bloquer" la  
15 puissance rayonnée par l'antenne du radiotéléphone connectée à la sortie 30 du dispositif, et éviter que cette puissance ne soit captée par l'élément rayonnant 31. En effet, un tel phénomène néfaste entraînerait un problème de calibration, car le capteur 31 mesurerait, non seulement la puissance rayonnée à l'intérieur du boîtier du dispositif de la figure 3, mais également la puissance extérieure au boîtier, en  
20 provenance de l'antenne. La puissance détectée totale serait alors supérieure à la puissance effectivement rayonnée au sein du dispositif, et le contrôleur de polarisation 25 réduirait alors, à tort, la tension d'alimentation de l'amplificateur 21, pour diminuer la puissance RF ou hyperfréquence délivrée sur la sortie 30.

Pour éviter ce problème, les inventeurs de la présente demande de brevet  
25 ont estimé qu'il était nécessaire que le blindage 32 induise une atténuation d'au moins 10 dB, et idéalement d'au moins 20 dB, de la puissance extérieure. En d'autres termes, il conviendrait que le couplage entre l'antenne extérieure (connectée à la sortie 30) et le capteur 31 soit d'environ 20 dB inférieure au couplage entre l'amplificateur de puissance 21 et le capteur 31.

30 On notera que, contrairement aux solutions classiques de l'art antérieur qui

tentaient d'éviter au maximum le phénomène néfaste de couplage induit par le blindage 32, le dispositif de la présente invention exploite autant que possible cet effet de couplage, pour accroître la valeur de la puissance rayonnée évaluée par le capteur 31. Pour ce faire, l'invention propose notamment de rapprocher autant que possible le capteur 31 et le détecteur 24 de la puce de l'amplificateur de puissance 21, alors qu'on tentait jusqu'à présent, dans l'art antérieur, d'éloigner au maximum ces éléments les uns des autres.

L'invention permet donc une meilleure intégrabilité et un plus faible encombrement que les dispositifs classiques connus jusqu'à ce jour.

Si l'influence du blindage 32 est très importante dans le dispositif d'amplification de puissance de l'invention, on notera cependant que la tolérance sur les dimensions (taille et épaisseur) du blindage est très petite (typiquement de l'ordre de 100  $\mu\text{m}$ ) devant la longueur d'onde rayonnée dans le dispositif (pour les systèmes dont les fréquences de fonctionnement sont inférieures à 5 GHz), ce qui n'est donc pas problématique. La reproductibilité est assurée pour des longueurs d'onde grandes devant les dimensions physiques du détecteur 24 et du capteur 31.

Le capteur 31 peut prendre diverses formes, dont certaines sont illustrées par les figures 4A et 4B.

Ainsi, sur la figure 4A, le capteur 31 est réalisé sous la forme d'un MEMS (pour "Micro-Electro-Mechanical System", "système micro-électromécanique" – inductance de fort coefficient de qualité et de forte précision) implanté sur un circuit intégré 40 réalisé selon une technologie CMOS, BiCMOS ou encore SiGe. Un tel circuit intégré comprend les différents éléments constitutifs du dispositif d'amplification de puissance de l'invention (détecteur, comparateur, amplificateur de puissance, condensateurs, contrôleur...), de sorte que le dispositif global est très compact.

La figure 4B illustre un autre mode de réalisation du capteur 31 sous la forme d'une inductance 42.

Plus généralement, le capteur 31 peut être tout type d'élément rayonnant agissant comme une antenne et capable de capter l'énergie rayonnée au sein du

dispositif d'amplification de puissance. Notamment, un tel capteur 31 peut prendre la forme d'une ligne d'un routage de PCB ou d'un élément rayonnant intégré sur le dessus d'une puce, par exemple la puce du détecteur/comparateur 24. Lorsque le capteur 31 est réalisé sous la forme d'une inductance, il peut s'agir par exemple  
5 d'une self bobinée de 12 nH, dans le cadre d'un amplificateur de puissance "GSM/DCS dual band".

Dans une variante de réalisation, le capteur 31 est un circuit accordé de type LC ou RLC, dont les valeurs des composants sont choisies (selon des techniques bien connues de l'Homme du Métier) de façon à obtenir des bosses de  
10 gain aux fréquences de fonctionnement de l'antenne du terminal de radiocommunication (typiquement à 900 MHz et 1800 MHz dans le cas d'un radiotéléphone GSM).

Quelle que soit la forme choisie pour le capteur 31, le dispositif d'amplification de puissance de l'invention reste beaucoup plus petit que le  
15 dispositif de l'art antérieur à base de coupleurs (figure 2A), qui est classiquement réalisé sur un substrat céramique. En outre, l'invention permet de se dispenser de l'atténuateur résistif généralement situé en amont du coupleur selon l'art antérieur.

Tous les composants du dispositif d'amplification de puissance de l'invention peuvent être réalisés selon la même technologie, d'où une grande  
20 facilité d'intégration.

Dans une variante de réalisation de l'invention, la boucle fermée d'asservissement de la figure 3, comprenant notamment le détecteur/CAP 24 et le contrôleur 25, peut être réalisée sous forme logicielle. La comparaison des puissances est alors réalisée dans la partie en bande de base du terminal de  
25 radiocommunication.

La figure 5 présente plus en détail un exemple de réalisation pratique du dispositif d'amplification de puissance de la figure 3, faisant apparaître plus clairement les différents composants de chacun des blocs fonctionnels 23 à 26. Un tel exemple d'agencement est communiqué à titre illustratif, et ne sera donc pas  
30 décrit ici plus en détail.

L'abaque de Smith de la figure 6 caractérise la tolérance du dispositif d'amplification de puissance de l'invention à une antenne du terminal de radiocommunication qui serait défectueuse, et ne serait donc pas centrée sur  $50\ \Omega$ . Elle a été réalisée pour un amplificateur de puissance réalisé sur arsénure de gallium (technologie GaAs), et illustre la variation du Taux d'Ondes Stationnaires, ou TOS toute phase. Sur l'abaque de la figure 6, plus l'impédance de la charge s'éloigne de la valeur  $50\ \Omega$ , correspondant au centre de l'abaque, et plus le TOS augmente.

Les figures 7A à 7D présentent quant à elles les performances comparatives du dispositif d'amplification de puissance de l'invention et de dispositifs correspondants de l'art antérieur.

Plus précisément, les figures 7A et 7B correspondent à un dispositif d'amplification de puissance d'un terminal de radiocommunication conforme à la norme GSM, alors que les figures 7C et 7D correspondent au même dispositif pour un radiotéléphone de type DCS ("Digital Cellular System", pour "système cellulaire numérique").

Les courbes des figures 7A et 7C (respectivement 7B et 7D) représentent la puissance maximale délivrée en sortie du dispositif d'amplification de puissance, exprimée en dBm, en fonction du taux d'ondes stationnaires, ou TOS, et représentent donc l'influence maximale (respectivement minimale) d'une mauvaise adaptation de la charge.

Les courbes en trait plein concernent plus particulièrement un dispositif d'amplification de puissance à asservissement en boucle fermée du type illustré en figure 2A. Les courbes en traits mixtes concernent quant à elle un dispositif d'amplification de puissance dont le contrôle est réalisé en boucle ouverte, et caractérisent donc le comportement intrinsèque de la puce de l'amplificateur de puissance. Enfin, les courbes en traits pointillés sont représentatives des performances du dispositif de l'invention (figure 3).

Comme on peut le constater, les performances du dispositif de l'invention, mettant en œuvre une évaluation de la puissance rayonnée au sein du dispositif,



sont très proches de celles du dispositif asservi en boucle fermée de la figure 2A, qui met en œuvre une évaluation, par coupleurs, de la puissance conduite au sein du dispositif.

5 Plus généralement, le dispositif de l'invention présente des performances similaires à celui de l'art antérieur à base de coupleurs (figure 2A), tant en termes de puissance de sortie que de comportement vis-à-vis d'une mauvaise adaptation de la charge et de performances sur le chemin de transmission.

En résumé, la technique de contrôle de puissance du dispositif de l'invention présente les avantages suivants par rapport aux techniques antérieures :

- 10 - un coût réduit, grâce notamment à la suppression des coupleurs ;
- une réduction des pertes RF sur le chemin de transmission ;
- des performances au moins égales à celles de la technique antérieure à base de coupleurs, en cas de mauvaise adaptation de la charge ;
- 15 - une possibilité d'intégrer le dispositif sous la forme d'un composant de très petite taille, grâce à la possibilité de réaliser tous les éléments du dispositif selon la même technologie, et de minimiser la distance entre le détecteur et le capteur ;
- les fuites, qui étaient critiques dans le système antérieur en boucle
- 20 fermée de la figure 2A, ne le sont plus.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif d'amplification de puissance radiofréquence (RF) et/ou hyperfréquence, notamment pour terminal de radiocommunication, comprenant des moyens de blindage dudit dispositif et des moyens de contrôle  
5 d'une puissance délivrée en sortie dudit dispositif, comprenant une boucle d'asservissement en puissance présentant des moyens de référence, des moyens de détection, des moyens de comparaison et des moyens d'amplification de puissance,  
caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle comprennent également au moins  
10 un capteur d'une énergie rayonnée au sein dudit dispositif.
2. Dispositif d'amplification de puissance selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de blindage réalisent un couplage entre lesdits moyens d'amplification de puissance et ledit capteur.
3. Dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des  
15 revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit capteur appartient au groupe comprenant :
  - les inductances ;
  - les lignes de routage d'un circuit imprimé dudit dispositif ;
  - les MEMS (en anglais "Micro-Electro-Mechanical Systems", en français  
20 "Systèmes micro-électro-mécaniques") ;
  - les éléments rayonnants imprimés sur un circuit imprimé dudit dispositif ;
  - les circuits accordés de type LC ou RLC.
4. Dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens d'amplification de  
25 puissance et ledit capteur sont placés à proximité les uns des autres, de façon à optimiser ledit couplage.
5. Dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de blindage induisent une atténuation d'au moins 10 dB d'une énergie extérieure audit dispositif captée  
30 par ledit capteur par rapport à ladite énergie rayonnée au sein dudit dispositif

captée par ledit capteur.

6. Dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que, lorsque ledit capteur est un circuit accordé de type LC ou RLC, les valeurs des composants dudit circuit accordé sont choisies de façon à maximiser ladite puissance délivrée en sortie à au moins une fréquence de fonctionnement prédéterminée dudit dispositif.

7. Dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle permettent de contrôler ladite puissance délivrée en sortie en fonction d'au moins un paramètre appartenant au groupe comprenant :

- une température de fonctionnement dudit dispositif ;
- une tension d'alimentation dudit dispositif ;
- une impédance de charge dudit dispositif.

8. Dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit capteur est intégré dans lesdits moyens de détection.

9. Dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que lesdits moyens de blindage comprennent un capot de blindage métallique présentant une surface sensiblement parallèle à un circuit imprimé formant la base dudit dispositif et quatre pans sensiblement perpendiculaires à ladite surface venant en appui sur chacun des bords dudit circuit imprimé.

10. Terminal de radiocommunication, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif d'amplification de puissance selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

**1/5**

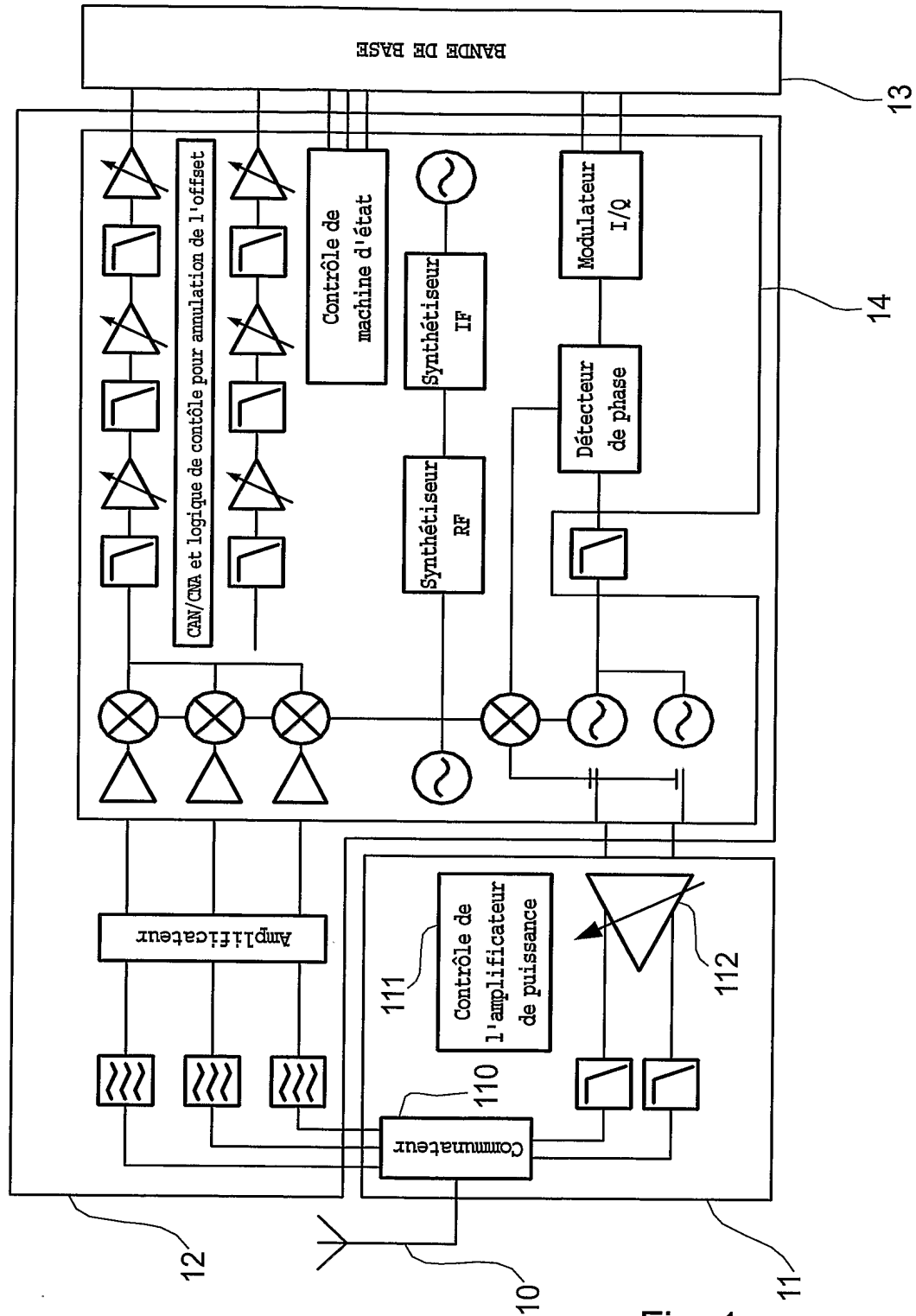
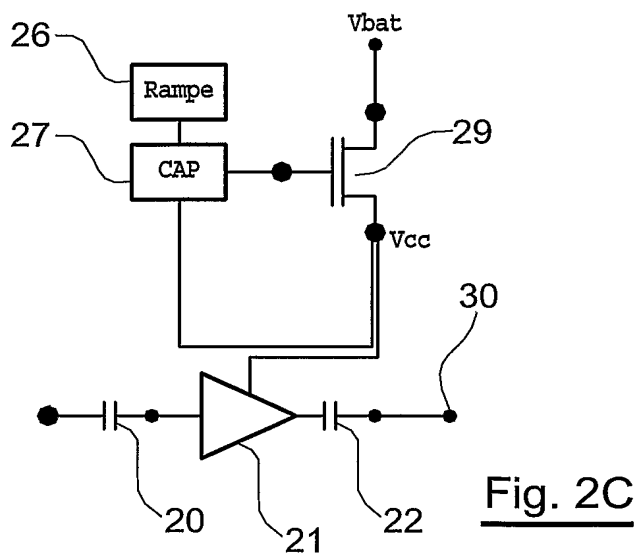
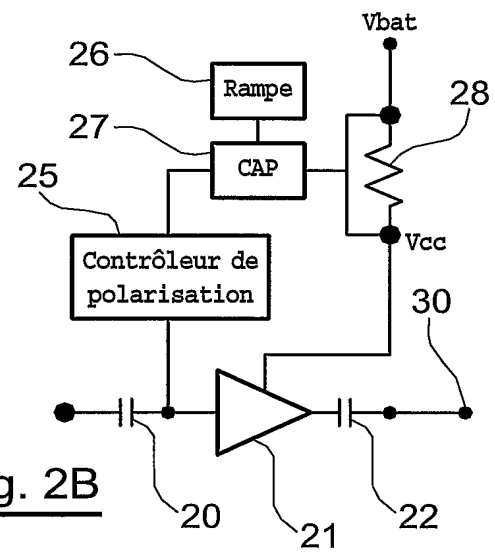
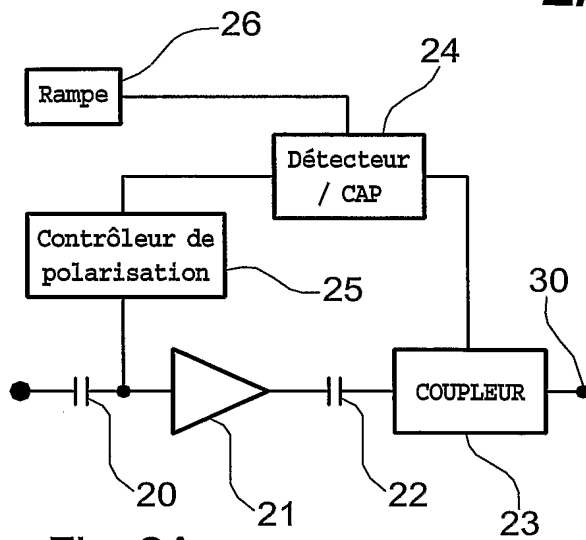


Fig. 1

2/5



3/5

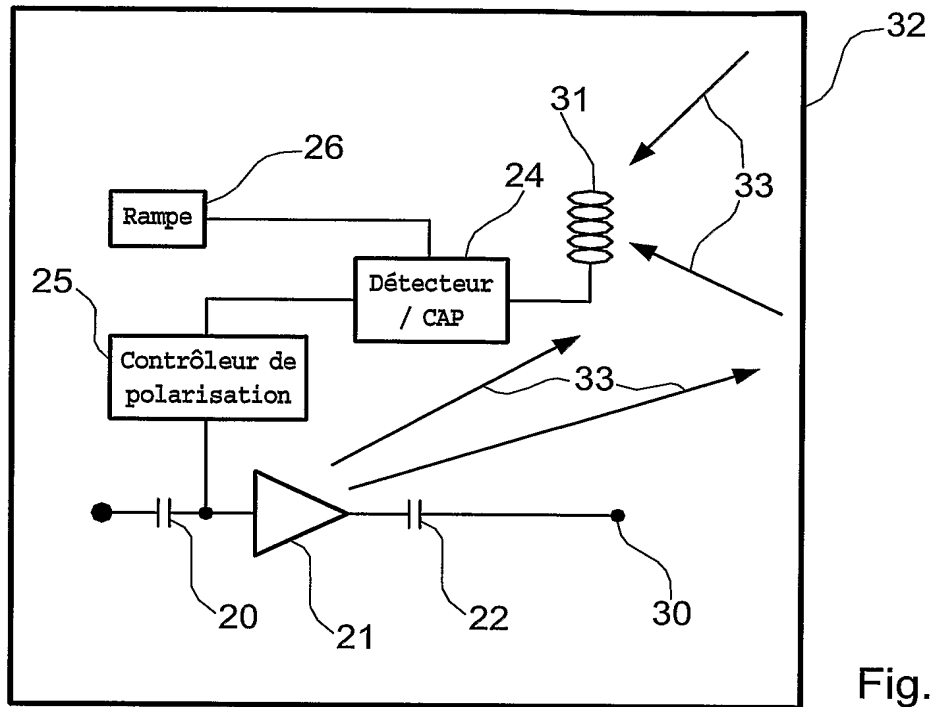


Fig. 3

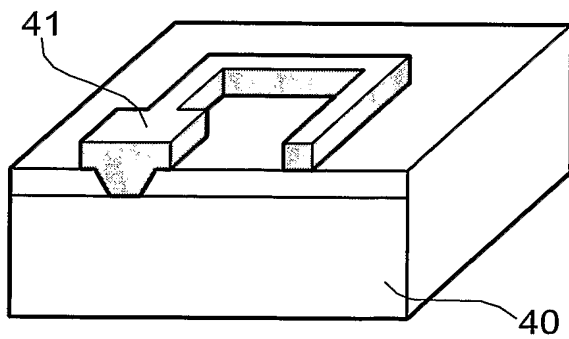


Fig. 4A

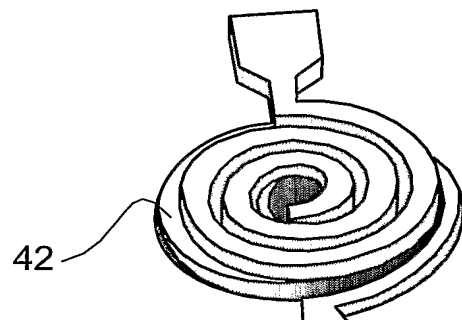
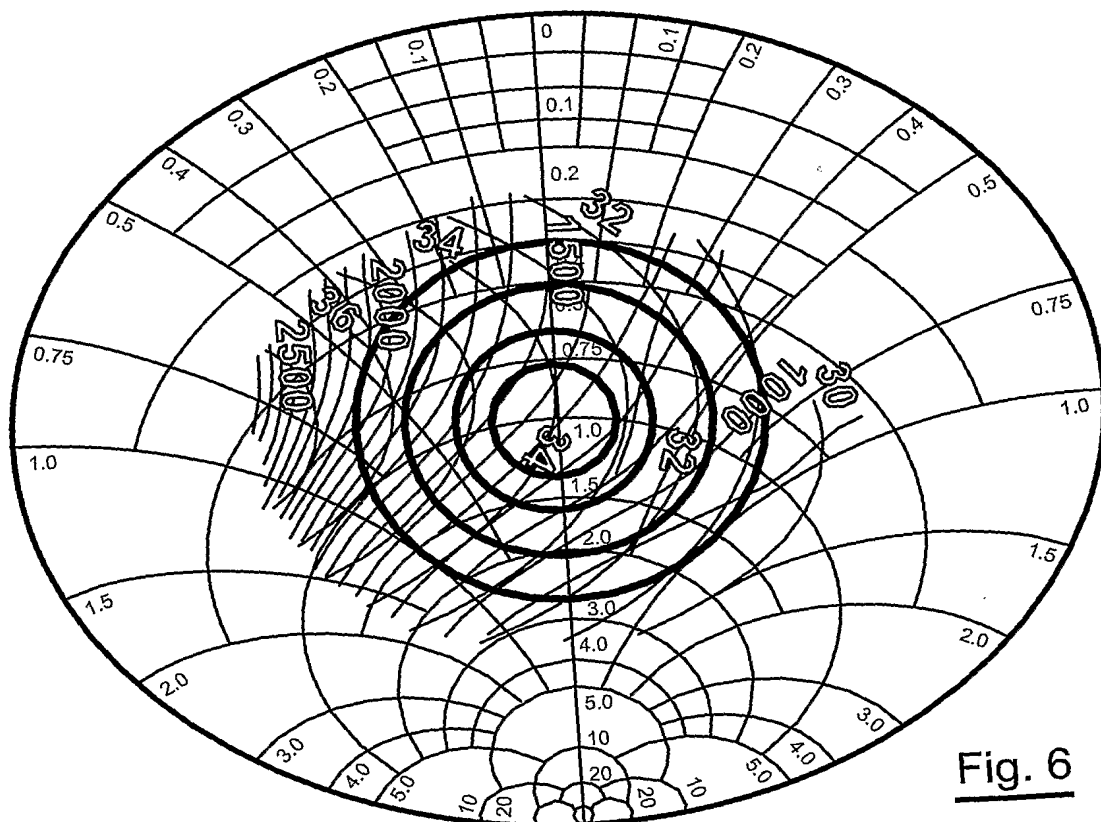
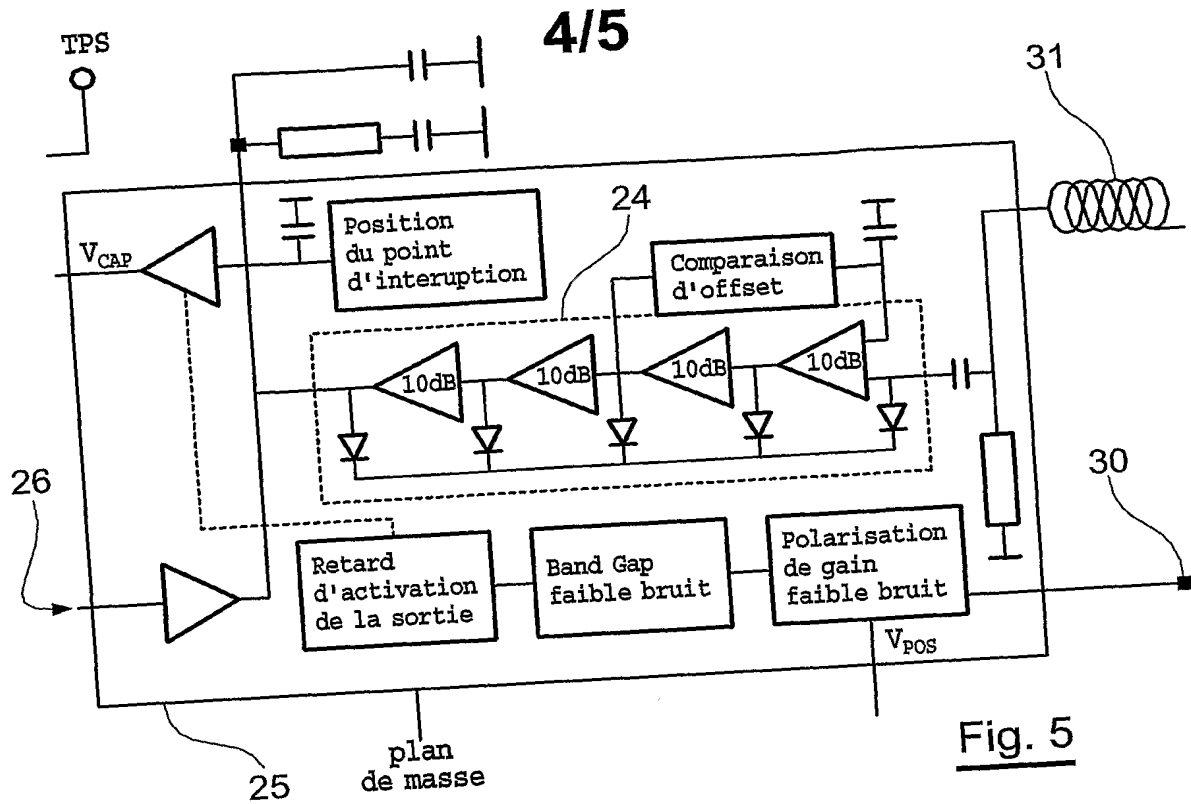
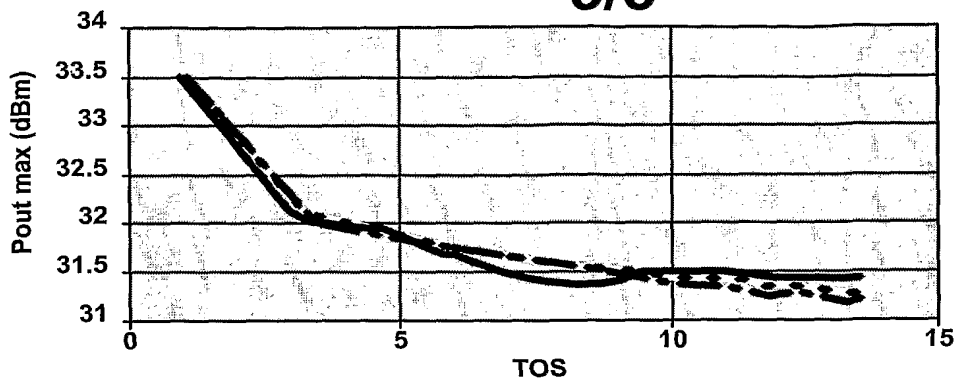
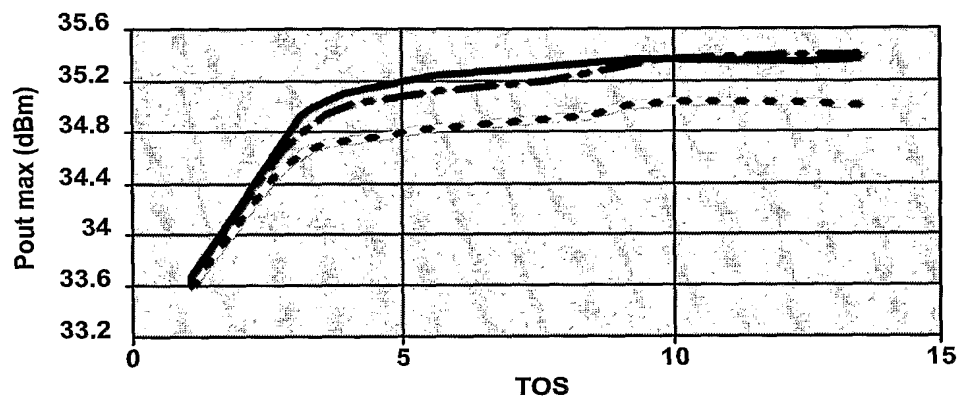
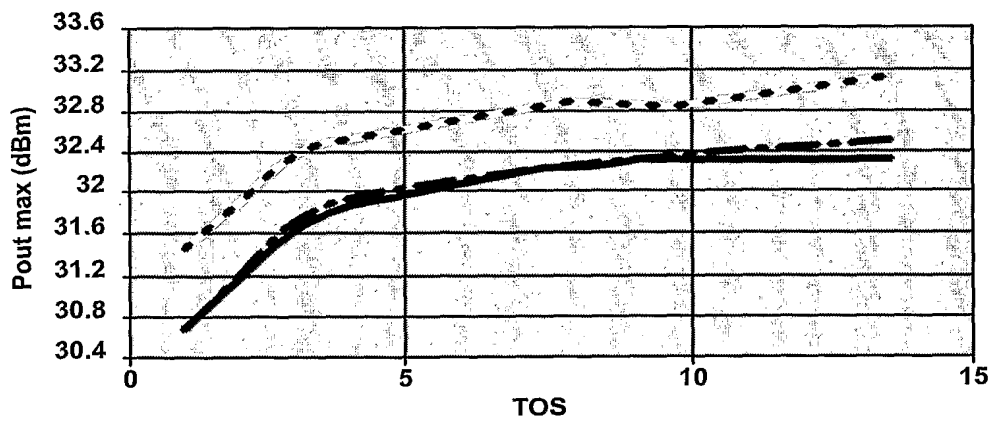
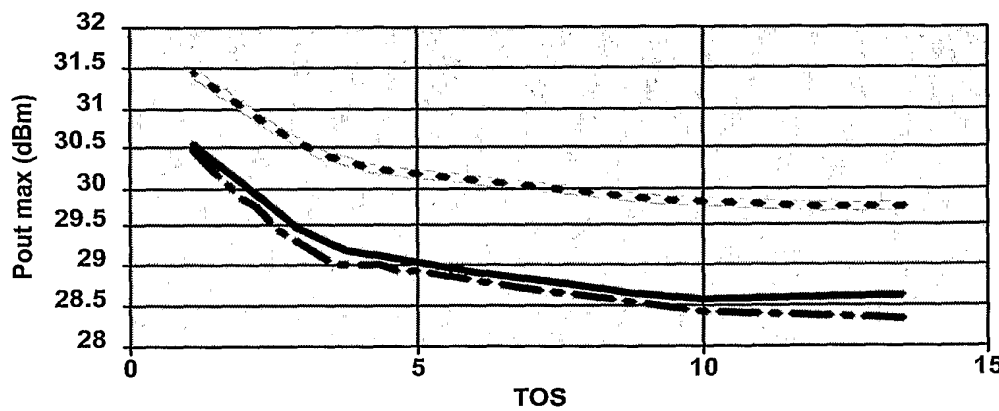


Fig. 4B



**5/5**Fig. 7AFig. 7BFig. 7CFig. 7D



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In Application No  
PCT/FR2004/002962

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03G3/30 H03G3/20 H03F1/30 H03F3/19 H03F1/52  
H03F3/189

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03G H03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 128 716 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 29 August 2001 (2001-08-29) column 4, paragraph 16; figure 2	1,3-10
Y	EP 1 028 525 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 16 August 2000 (2000-08-16) column 8, paragraph 26 - column 9, paragraph 28; figure 6	1,3-10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29 November 1996 (1996-11-29) & JP 08 195632 A (TOYOTA MOTOR CORP), 30 July 1996 (1996-07-30) abstract	1-10



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April 2005

Date of mailing of the international search report

06/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fedi, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002962

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1128716	A	29-08-2001	US 6564038 B1	13-05-2003
			AU 2309501 A	06-09-2001
			CA 2331155 A1	23-08-2001
			EP 1128716 A2	29-08-2001
			JP 2001298374 A	26-10-2001
EP 1028525	A	16-08-2000	DE 19905635 A1	31-08-2000
			DE 59908882 D1	22-04-2004
			EP 1028525 A2	16-08-2000
			ES 2216427 T3	16-10-2004
			JP 2000274126 A	03-10-2000
			US 6754476 B1	22-06-2004
JP 08195632	A	30-07-1996	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

internationale No  
PCT/FR2004/002962

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H03G3/30 H03G3/20 H03F1/30 H03F3/19 H03F1/52  
H03F3/189

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H03G H03F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	EP 1 128 716 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 29 août 2001 (2001-08-29) colonne 4, alinéa 16; figure 2	1, 3-10
Y	EP 1 028 525 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 16 août 2000 (2000-08-16) colonne 8, alinéa 26 - colonne 9, alinéa 28; figure 6	1, 3-10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29 novembre 1996 (1996-11-29) & JP 08 195632 A (TOYOTA MOTOR CORP), 30 juillet 1996 (1996-07-30) abrégé	1-10

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 avril 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/05/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Fedi, G

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

ernationale No

PCT/FR2004/002962

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1128716	A	29-08-2001	US 6564038 B1	13-05-2003
			AU 2309501 A	06-09-2001
			CA 2331155 A1	23-08-2001
			EP 1128716 A2	29-08-2001
			JP 2001298374 A	26-10-2001
EP 1028525	A	16-08-2000	DE 19905635 A1	31-08-2000
			DE 59908882 D1	22-04-2004
			EP 1028525 A2	16-08-2000
			ES 2216427 T3	16-10-2004
			JP 2000274126 A	03-10-2000
			US 6754476 B1	22-06-2004
JP 08195632	A	30-07-1996	AUCUN	